

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-068157

(43)Date of publication of application : 09.03.1999

(51)Int.Cl.

H01L 33/00  
H01S 3/18

(21)Application number : 09-222090

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 19.08.1997

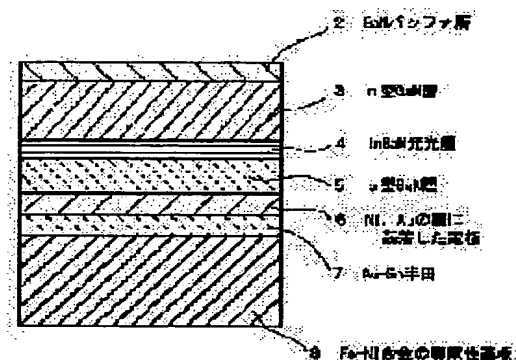
(72)Inventor : AKITA KATSUSHI  
MOTOKI KENSAKU

## (54) SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT AND MANUFACTURE THEREOF

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light-emitting element which can be easily processed or the like and exhibit good light emission performance.

SOLUTION: A conductive substrate 8 is made of an Fe-Ni alloy and conductive adhesive is Au-Sn solder 7. In the method for manufacturing a semiconductor light-emitting element, after GaN-based semiconductor layers containing a luminous layer have been formed on a GaAs (111) A substrate, an electrode surface provided on the laminate is bonded to the conductive substrate 8 with the conductive adhesive, and then the GaAs (111) A substrate is removed. The removal of the GaAs (111) A substrate is carried out by wet etching with the use of an ammonium-series etchant.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

15.05.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

05.10.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

2004-22825

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

04.11.2004

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] n mold gallium nitride (GaN) layer in which p mold gallium nitride (GaN) layer or n mold electrode with which p mold electrode was prepared was prepared, The conductive substrate pasted up on said p mold or n mold electrode with electroconductive glue, And the semi-conductor light emitting device characterized by consisting of laminatings which serve as a field in which it is on said p mold or n mold gallium nitride layer (GaN), and p mold or n mold electrode is prepared from the gallium nitride (GaN) system semi-conductor layer containing the luminous layer which grew on the opposite side.

[Claim 2] The semi-conductor light emitting device according to claim 1 characterized by a conductive substrate being an iron-nickel (Fe-nickel) alloy or a copper-tungsten (Cu-W) alloy.

[Claim 3] The semi-conductor light emitting device according to claim 1 characterized by electroconductive glue being golden-tin (Au-Sn) solder or lead-tin (Pb-Sn) solder.

[Claim 4] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 1 characterized by removing and manufacturing said substrate for growth after pasting up the electrode surface and the conductive substrate which were formed in the front face of the laminating which consists of a gallium nitride (GaN) system semi-conductor layer containing the luminous layer which grew on the substrate for growth using electroconductive glue.

[Claim 5] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 4 characterized by the substrate for growth being gallium arsenide (GaAs), indium phosphide (InP), indium arsenide (InAs), or gallium phosphide (GaP).

[Claim 6] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device according to claim 4 or 5 which is the cubic (111) substrate with which the substrate for growth consists of gallium arsenide (GaAs), indium phosphide (InP), indium arsenide (InAs), or gallium phosphide (GaP), and is characterized by a gallium nitride (GaN) system semi-conductor layer being hexagonal.

[Claim 7] The manufacture approach of a semi-conductor light emitting device given in any 1 term of claims 4-6 characterized by being the cubic (111) A substrate with which the substrate for growth consists of gallium arsenide (GaAs).

[Claim 8] The manufacture approach of a semi-conductor light emitting device given in any 1 term of claims 4-7 characterized by removing the substrate for growth by the wet etching using ammonia system etchant.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the mainly blue and green light emitting device which used the gallium nitride (GaN) system semi-conductor, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 6 is the sectional view showing the structure of the blue and green light emitting device of a GaN system using the silicon on sapphire marketed now indicated by for example, the Nikkei Science October issue (1994) and p.44. [0003] This blue and green light emitting device serve as the structure where the cladding layer 14, the luminous layer 15, the cladding layer 16, and the GaN epitaxial layer 17 were formed in order on the epitaxial wafer which consisted of silicon on sapphire 11, a GaN buffer layer 12 formed on the substrate 11, and a hexagonal GaN epitaxial layer 13 formed on the GaN buffer layer 12, and the laminating of the nitride system semi-conductor layer was carried out. On the GaN epitaxial layer 13 and 17, electrodes 18 and 19 are formed, respectively. Moreover, in this blue and green light emitting device, the GaN buffer layer 12 is formed in order to ease distortion by the difference of the lattice constant of silicon on sapphire 11 and the GaN epitaxial layer 13.

[0004] since insulating sapphire is used for the above-mentioned blue and green light emitting device as a substrate 11, in case it forms an electrode and creates a component, it forms two sorts of electrodes in the same field side — required — patterning by the photolithography is needed twice or more, it is necessary to etch the nitride by reactive ion etching further, and a complicated process is required from a certain thing.

[0005] Moreover, since the degree of hardness of sapphire is high, it also has the problem of being hard to cut in case it is isolation.

Then, it replaces with the sapphire which has such a fault, and the attempt in which conductive GaAs is used as a substrate is made.

[0006] for example, Journal of Crystal growth of GaN of a cubic [149 / Growth164 (1996) and / p / top / GaAs (100) side ] — Journal of Electronic Materials vol.24No.4 (1995) and p213 — MOVPE — growth of GaN to the Ath page [ of GaAs by law (organic metal gaseous phase epitaxial law) ] (111) and Bth page (111) top of GaAs is reported.

[0007] moreover — JP,8-181070,A — a temperature requirement 700 degrees C or more — the organic metal chloride gaseous phase from which it is and growth of a GaN epitaxial layer with a sufficient property is obtained — epitaxial — law is indicated. By this approach, it supplies on a substrate by making an III group element into a chloride by introducing into a hydrogen chloride and coincidence within a reaction the III group organic metal which is the raw material of an III compound semiconductor.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since the light emitting device of the conventional GaN system semi-conductor layer uses hard sapphire for the substrate with insulation, it is as above-mentioned that electrode production takes a complicated process and processing of cutting in the case of isolation etc. also has difficulty. Such a problem will be solved if a substrate like for example, the conductivity GaAs is used there.

[0009] However, if the substrate of GaAs is used, for example, the light which came out of the luminous layer of a GaN system semi-conductor layer will be absorbed by the substrate of GaAs, and the reinforcement of the reflected light from the substrate will fall. Therefore, when the substrate of GaAs is used, sufficient luminescence reinforcement cannot be obtained. It is considered because the band gap (difference of the quantum state energy of the electron in a crystal) of the substrate of GaAs is smaller than that of a GaN system semi-conductor layer.

[0010] The manufacture which solved the above-mentioned trouble is easy for the purpose of this invention, and it aims at offering the semi-conductor light emitting device which carries out good luminescence.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The p mold GaN layer in which, as for the semi-conductor light emitting device by this invention, p mold electrode was prepared, The laminated structure of the conductive substrate pasted up with said p mold electrode and electroconductive glue, and the GaN system semi-conductor layer formed on said p mold GaN layer, Or it consists of the n mold GaN layer in which n mold electrode was prepared, a conductive substrate pasted up with said n mold electrode and electroconductive glue, and a laminated structure of the GaN system semi-conductor layer formed on said n mold GaN layer.

[0012] And said conductive substrate is a Fe-nickel alloy or a Cu-W alloy, and said electroconductive glue of the semi-conductor light emitting device of this invention is Au-Sn solder or Pb-Sn solder.

[0013] The manufacture approach of the semi-conductor light emitting device by this invention pasted up the electrode surface prepared in the front face of said laminating with electroconductive glue on the conductive substrate, after growing up the laminating of a GaN system semi-conductor layer to be the substrate for growth which is GaAs, InP, InAs, or GaP. And it is characterized by removing the substrate for growth which is said GaAs, InP, InAs, or GaP.

[0014] Moreover, said substrate for growth is a cubic (111) substrate, and said GaN system semi-conductor layer is hexagonal. Especially the substrate for growth is GaAs(111) A, and a GaN system semi-conductor layer is hexagonal. It removes by carrying out wet etching of the substrate for growth by ammonia system etchant.

[0015]

[Embodiment of the Invention] The semi-conductor light emitting device by this invention does not contain an insulating layer in the structure of a light emitting device. Therefore, a complicated process is not needed for electrode formation like [ at the time of using for a substrate the sapphire which is an insulating layer ]. Moreover, if the substrate for growth into which the laminating was grown up is removed after pasting up the laminating of the GaN system semi-conductor layer which uses electroconductive glue for a conductive substrate and contains a luminous layer when a thing like GaAs with a band gap smaller than the luminous layer of a GaN system semi-

conductor layer is used as a substrate for growth, the absorption of light by said substrate for growth will be lost, and it will become good luminescence.

[0016] If a Fe-nickel alloy or a Cu-W alloy excellent in thermal conductivity is used for a conductive list as a conductive substrate, luminescence by the low power will be possible and emission of heat will also become good.

[0017] If the melting point uses for electroconductive glue 250 degrees C or more of a certain Au-Sn solder (for example, commercial item which is the melting point of 280 degrees C) or Pb-Sn solder (for example, commercial item which is the melting point of 280 degrees C), temperature can be raised to about 200 degrees C for electrode formation, and a good electrode can be created easily.

[0018] As a substrate for growth with which the laminating of a GaN system semi-conductor layer is formed, if GaAs, InP, InAs, or GaP is used, the substrate for growth can carry out etching removal easily. Moreover, hexagonal GaN can be grown epitaxially if a cubic (111) substrate is used.

[0019] Furthermore, if a GaAs(111) A substrate (111) (GaAs substrate all whose field tops are Ga(s)) is used, the laminating of a good GaN system semi-conductor layer is producible.

[0020] When wet etching is carried out to etching of a GaAs substrate using ammonia system etchant, it is easy to carry out etching removal of the GaAs substrate, and in order not to do damage to a GaN system semi-conductor layer list in the laminating, the above-mentioned etchant is desirable.

[0021] Next, the example which showed concretely how the invention in this application would be carried out is indicated.

[0022] (Example) The organic metal chloride gaseous-phase epitaxial method (although the outline of the equipment is shown in [drawing 4](#), the GaAs(111) A substrate 1 is installed in the reaction chamber 54 which consists of a quartz.) This equipment is equipped with gas inlets 51 and 52, the exhaust port 53, and the resistance heating heater 55. In addition, this equipment is the same as the equipment shown in JP,8-181070,A which the invention-in-this-application person indicated. It uses. On the GaAs(111) A substrate 1 with a thickness of 350 micrometers The GaN buffer layer 2 with a thickness of 100nm, The laminating of the GaN system semi-conductor layer which consists of a 0.5-micrometer p mold GaN layer 5 of the carrier concentration  $1 \times 10^{18}$  (cm<sup>-3</sup>) was grown up to be this order by 2 micrometers in thickness by 0.5 micrometers in the n mold GaN layer 3 of the carrier concentration  $1 \times 10^{19}$  (cm<sup>-3</sup>), the InGaN luminous layer 4 with a thickness of 0.1 micrometers, and thickness.

[0023] On the p mold GaN layer 5 which is the outermost surface of the laminating which consists of the above-mentioned GaN system semi-conductor layer, nickel and the electrode 6 which it comes to vapor-deposit in order of Au were produced, and 400 degrees C and the alloying for 5 minutes were given. Drawing 2 showed the cross section of the laminating which consists of a GaAs(111) A substrate 1 and a GaN system semi-conductor layer, and the epitaxial wafer which consists of an electrode 6.

[0024] Then, the conductive substrate 8 of a Fe-nickel alloy (at % of the weight, nickel consists 46% and the remainder consists of Fe and an unescapable impurity.) was pasted up on the electrode 6 on the p mold GaN layer 5 of the above-mentioned outermost surface using the Au-Sn solder 7 of marketing with a melting point of 280 degrees C. [( [Drawing 3](#) ) 0025] When immersion (wet etching) was carried out to the solution which mixed aqueous ammonia and hydrogen peroxide solution by 1:2, and kept the epitaxial wafer shown in [drawing 3](#) at 25 degrees C for 90 minutes, only the GaAs(111) A substrate 1 was removed and the structure of [drawing 1](#) was acquired.

[0026] The electrode of an indium (In) was created at 200 degrees C on the GaN buffer layer 2 in the outermost surface of the structure of [drawing 1](#), and when the current was passed between the electrodes 6 which it comes to vapor-deposit in order of nickel and Au, light was emitted blue. In addition, even if 46% and the remainder changed to the Fe-nickel alloy with which nickel consists of Fe and an unescapable impurity by weight % and used Cu20% of sintered alloy W80% by weight %, light was similarly emitted in good blue.

[0027] (Example of a comparison) In order to observe the difference in the luminescence reinforcement by the light absorption of the different substrate with two kinds of different substrates, a Fe-nickel alloy substrate and a GaAs substrate, the thing of the cross section of the epitaxial wafer shown in [drawing 5](#) was made into the example of a comparison.

[0028] That is, the electrode 9 of a laminated structure which is from an AuGeNi alloy layer, nickel layer, and Au layer on the GaAs(111) A substrate 1 side in the structure of [drawing 2](#) was created, and when the current was passed between the electrode 9 and the electrode 6 which it comes to vapor-deposit in order of nickel and Au, light was emitted blue. But the luminescence reinforcement of the example of a comparison was about 70 percent of the weak thing of the luminescence reinforcement of the above-mentioned example.

[0029]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, there was little absorption of light in a substrate, and it became possible to manufacture easily the semi-conductor light emitting device which emits light good.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing the structure of an epitaxial wafer of the time of carrying out etching removal of the GaAs substrate in an example.

[Drawing 2] It is the sectional view showing the structure of an epitaxial wafer of the time of producing p mold electrode in an example.

[Drawing 3] It is the sectional view showing the structure of an epitaxial wafer of the time of pasting up a p mold GaN layer side on an iron nickel alloy in an example.

[Drawing 4] It is drawing showing the outline of the equipment of the organic metal chloride gaseous-phase epitaxial method.

[Drawing 5] It is the sectional view showing the structure of an epitaxial wafer of the time of producing an electrode to a GaAs substrate side in the example of a comparison.

[Drawing 6] It is the sectional view showing the structure of an example of the blue semi-conductor light emitting device using silicon on sapphire.

[Description of Notations]

1: GaAs(111) A substrate

2: GaN buffer layer

3: n mold GaN layer

4: InGaN luminous layer

5: p mold GaN layer

6: The electrode which it comes to vapor-deposit in order of nickel and Au

7: Au-Sn solder

8: The conductive substrate of a Fe-nickel alloy

9: The electrode which consists of a laminated structure which consists of an AuGeNi alloy layer, a nickel layer, and an Au layer

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-68157

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月9日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

C

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平9-222090

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月19日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 秋田 勝史

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 元木 健作

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

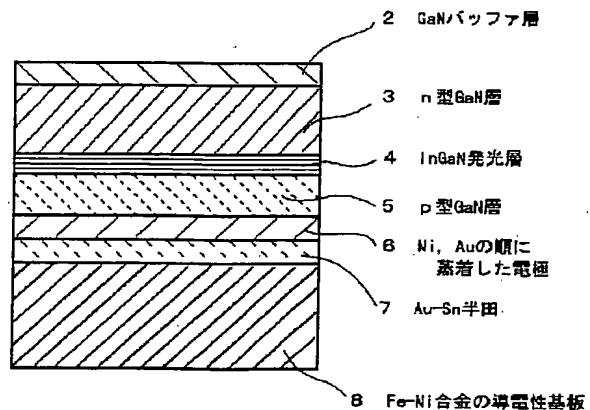
(74) 代理人 弁理士 上代 哲司 (外2名)

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 発光素子への加工等が容易で、且つ良好な発光をする発光素子を提供する。

【解決手段】 導電性基板8がFe-Ni合金であって、前記導電性接着剤がAu-Sn半田7である。本発明による半導体発光素子の製造方法は、GaAs (111) A基板1に発光層を含むGa系半導体層の積層を成長した後、導電性の接着剤により前記積層表面に設けた電極面と導電性基板とを接着した後、GaAs (111) A基板1を除去する。GaAs (111) A基板1をアンモニア系エッチャントによるウェットエッチングによって除去する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 p型電極が設けられたp型窒化ガリウム(GaN)層若しくはn型電極が設けられたn型窒化ガリウム(GaN)層、前記p型若しくはn型電極に導電性接着剤で接着された導電性基板、及び前記p型若しくはn型窒化ガリウム層(GaN)上であってp型若しくはn型電極が設けられている面とは反対面の上に成長した発光層を含む窒化ガリウム(GaN)系半導体層からなる積層とで構成されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項2】 導電性基板が鉄-ニッケル(Fe-Ni)合金または銅-タングステン(Cu-W)合金であることを特徴とする請求項1記載の半導体発光素子。

【請求項3】 導電性接着剤が金-スズ(Au-Sn)半田または鉛-スズ(Pb-Sn)半田であることを特徴とする請求項1記載の半導体発光素子。

【請求項4】 成長用基板の上に成長した発光層を含む窒化ガリウム(GaN)系半導体層からなる積層の表面に設けた電極面と導電性基板とを、導電性接着剤を用いて接着した後、前記成長用基板を除去して製造することを特徴とする請求項1記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項5】 成長用基板がガリウム砒素(GaAs)、インジウム燐(InP)、インジウム砒素(InAs)若しくはガリウム燐(GaP)であることを特徴とする請求項4記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項6】 成長用基板がガリウム砒素(GaAs)、インジウム燐(InP)、インジウム砒素(InAs)若しくはガリウム燐(GaP)からなる立方晶(111)基板であって、窒化ガリウム(GaN)系半導体層が六方晶であることを特徴とする請求項4又は請求項5記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項7】 成長用基板がガリウム砒素(GaAs)からなる立方晶(111)A基板であることを特徴とする請求項4～6のいずれか1項に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項8】 成長用基板をアンモニア系エッチャントを用いたウェットエッチングにより除去することを特徴とする請求項4～7のいずれか1項に記載の半導体発光素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、窒化ガリウム(GaN)系半導体を使用した主に青色および緑色の発光素子及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図6は、たとえば日経サイエンス10月号(1994)、p. 44に記載された、現在市販されているサファイア基板を用いたGaN系の青色および緑色の発光素子の構造を示す断面図である。

【0003】この青色および緑色発光素子は、サファイア基板11と、基板11上に形成されたGaNバッファ層12

と、GaNバッファ層12上に形成された六方晶のGaNエピタキシャル層13とから構成されたエピタキシャルウェハ上に、クラッド層14、発光層15、クラッド層16およびGaNエピタキシャル層17が順に形成されて窒化物系半導体層が積層された構造となる。GaNエピタキシャル層13、17上には、電極18、19がそれぞれ形成されている。また、この青色および緑色発光素子において、GaNバッファ層12は、サファイア基板11とGaNエピタキシャル層13との格子定数の差による歪を緩和するために設けられている。

【0004】上記の青色および緑色の発光素子は、基板11として絶縁性のサファイアを用いているため、電極を形成して素子を作成する際には、2種の電極を同一面側に形成する必要あることから、フォトリソグラフィによるパターンニングが2回以上必要になり、さらに反応性イオンエッチングによる窒化物のエッチングを行う必要もあり、複雑な工程を要する。

【0005】また、サファイアは硬度が高いため、素子分離の際に切断しにくいという問題もある。そこで、このような欠点を有するサファイアに代えて、導電性のGaAsを基板として使用するという試みがなされている。

【0006】たとえばJournal of Crystal Growth 164 (1996)、p149にはGaAs (100)面上に立方晶のGaNの成長が、Journal of Electronic Materials vol. 24 No. 4 (1995)、p213ではMOVPE法(有機金属気相エピタキシャル法)によるGaAs (111) A面上及びGaAs (111) B面上へのGaNの成長が報告されている。

【0007】また特開平8-181070号公報には、700℃以上の温度範囲において特性のよいGaNエピタキシャル層の成長が得られる有機金属クロライド気相エピタキシャル法が開示されている。この方法ではIII化合物半導体の原料であるIII族有機金属を塩化水素と同時に反応管内に導入することにより、III族元素を塩化物として基板上に供給する。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来のGaN系半導体層の発光素子は、絶縁性で硬いサファイアを基板に用いているため、電極作製に複雑なプロセスを要し、素子分離の際の切断等の加工も困難があるのは前述の通りである。そこで、例えば導電性GaAsのような基板を用いれば、このような問題は解決される。

【0009】しかし、例えばGaAsの基板を用いると、GaN系半導体層の発光層から出た光がGaAsの基板に吸収され、その基板からの反射光の強度が下がる。そのためGaAsの基板を用いた場合には十分な発光強度を得ることができない。それは、GaAsの基板のバンドギャップ(結晶内電子の量子状態エネルギーの差)が、GaN系半導体層のそれよりも小さいためと考えられている。

【0010】本発明の目的は、上述の問題点を解決した製造が容易で、良好な発光をする半導体発光素子を提供

することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明による半導体発光素子は、p型電極が設けられたp型GaN層と、前記p型電極と導電性接着剤により接着された導電性基板と、前記p型GaN層上に形成されたGaN系半導体層の積層構造、あるいは、n型電極が設けられたn型GaN層と、前記n型電極と導電性接着剤により接着された導電性基板と、前記n型GaN層上に形成されたGaN系半導体層の積層構造とからなる。

【0012】そして、本発明の半導体発光素子は、前記導電性基板がFe-Ni合金またはCu-W合金であって、前記導電性接着剤がAu-Sn半田またはPb-Sn半田である。

【0013】本発明による半導体発光素子の製造方法は、GaAs、InP、InAs若しくはGaPである成長用基板にGaN系半導体層の積層を成長した後、導電性接着剤により前記積層の表面に設けた電極面を導電性基板に接着した。そして、前記GaAs、InP、InAs若しくはGaPである成長用基板を除去することを特徴としている。

【0014】また、前記成長用基板が立方晶(111)基板であり、前記GaN系半導体層が六方晶である。特に成長用基板がGaAs(111)Aであり、GaN系半導体層が六方晶である。成長用基板をアンモニア系エッチャントによってウェットエッチングすることにより除去する。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明による半導体発光素子は、発光素子の構造に絶縁層を含まない。従って、絶縁層であるサファイアを基板に用いた場合のように電極形成に複雑なプロセスを必要としない。また、GaN系半導体層の発光層よりもバンドギャップの小さいGaAsのようなものを成長用基板として用いた場合、導電性基板に導電性接着剤を用いて発光層を含むGaN系半導体層の積層を接着した後、その積層を成長させた成長用基板を除去すれば、前記成長用基板による光の吸収がなくなり良好な発光となる。

【0016】導電性基板として導電性並びに熱伝導性に優れたFe-Ni合金またはCu-W合金を用いると、低消費電力による発光が可能であり、熱の放出もよくなる。

【0017】導電性接着剤には融点が250℃以上あるAu-Sn半田（例えば、融点280℃の市販品）またはPb-Sn半田（例えば、融点280℃の市販品）を用いると、電極形成のために温度を200℃程度まで上げることができ、良好な電極を容易に作成できる。

【0018】GaN系半導体層の積層が形成される成長用基板として、GaAs、InP、InAs若しくはGaPを用いると、その成長用基板は容易にエッチング除去できる。また立方晶(111)基板を用いると六方晶GaNをエピタキシャル成長することができる。

【0019】さらに、GaAs(111)A基板((111)面の上が、全てGaであるGaAs基板)を用いれば、良好なGaN

系半導体層の積層を作製することができる。

【0020】GaAs基板のエッチングにはアンモニア系エッチャントを用いてウェットエッチングを行うと、GaAs基板をエッチング除去することが容易であって、またGaN系半導体層並びにその積層に損傷を与えることがないため、上記エッチャントが好ましい。

【0021】次に本願発明をどのように実施するかを具体的に示した実施例を記載する。

【0022】（実施例）有機金属クロライド気相エピタキシャル法（図4にその装置の概要を示すが、石英からなる反応チャンバー54にGaAs(111)A基板1を設置する。本装置は、ガス導入口51、52、排気口53及び抵抗加熱ヒーター55を備えている。なお、本装置は本願発明者が開示した特開平8-181070号公報に示した装置と同じである。）を用いて、厚さ350 $\mu$ mのGaAs(111)A基板1上に、厚さ100nmのGaNバッファ層2、厚さ2 $\mu$ mでキャリア濃度 $1 \times 10^{19}$  ( $\text{cm}^{-3}$ )のn型GaN層3、厚さ0.1 $\mu$ mのInGaN発光層4、厚さ0.5 $\mu$ mでキャリア濃度 $1 \times 10^{18}$  ( $\text{cm}^{-3}$ )の0.5 $\mu$ mのp型GaN層5からなるGaN系半導体層の積層を、この順に成長した。

【0023】上記GaN系半導体層からなる積層の最表面であるp型GaN層5の上にNi、Auの順に蒸着してなる電極6を作製し、400℃、5分の合金化を施した。GaAs(111)A基板1、GaN系半導体層からなる積層、及び電極6からなるエピタキシャルウェハの断面を示したのが図2である。

【0024】この後、融点280℃の市販のAu-Sn半田7を用いて、上記最表面のp型GaN層5の上の電極6にFe-Ni合金（重量％でNiが46％、残部がFe及び不可避免の不純物よりなる。）の導電性基板8を接着した。（図3）

【0025】図3に示すエピタキシャルウェハを、アンモニア水と過酸化水素水を1:2で混合して25℃に保った溶液に90分間浸漬（ウェットエッチング）したところ、GaAs(111)A基板1のみが除去され図1の構造を得た。

【0026】図1の構造の最表面にあるGaNバッファ層2の上に200℃でインジウム(In)の電極を作成し、Ni、Auの順に蒸着してなる電極6との間に電流を流したところ、青色に発光した。なお、重量％でNiが46％、残部がFe及び不可避免の不純物からなるFe-Ni合金に替えて、重量％でW80％、Cu20％の焼結合金を用いても、同様に良好な青色に発光した。

【0027】（比較例）Fe-Ni合金基板とGaAs基板の2種類の相違する基板によって、その相違する基板の光吸収による発光強度の違いを観察するため、図5に示すエピタキシャルウェハの断面のものを比較例とした。

【0028】すなわち、図2の構造におけるGaAs(111)A基板1側に、AuGeNi合金層、Ni層、及びAu層からなる積層構造の電極9を作成し、その電極9とNi、Auの順に蒸着してなる電極6との間に電流を流したところ、青色に発光した。もっとも、比較例の発光強度は、上記実施



例の発光強度の7割程度の弱いものであった。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、基板での光の吸収が少なく、良好に発光する半導体発光素子を、容易に製造することが可能になった。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例においてGaAs基板をエッチング除去したときまでの、エピタキシャルウェハの構造を示す断面図である。

【図2】実施例においてp型電極を作製したときまでの、エピタキシャルウェハの構造を示す断面図である。

【図3】実施例においてp型GaN層側を鉄-ニッケル合金に接着したときまでの、エピタキシャルウェハの構造を示す断面図である。

【図4】有機金属クロライド気相エピタキシャル法の装置の概要を示す図である。

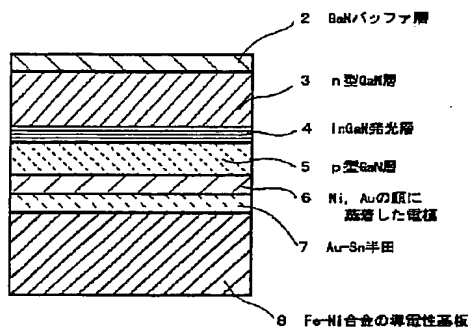
【図5】比較例においてGaAs基板側に電極を作製したときまでの、エピタキシャルウェハの構造を示す断面図である。

【図6】サファイア基板を用いた青色半導体発光素子の一例の構造を示す断面図である。

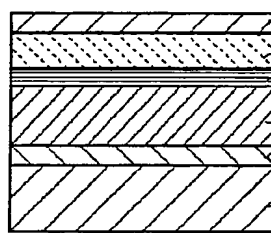
【符号の説明】

- 1 : GaAs (111) A基板
- 2 : GaNバッファ層
- 3 : n型GaN層
- 4 : InGaN発光層
- 5 : p型GaN層
- 6 : Ni, Auの順に蒸着してなる電極
- 7 : Au-Sn半田
- 8 : Fe-Ni合金の導電性基板
- 9 : AuGeNi合金層、Ni層、Au層からなる積層構造からなる電極

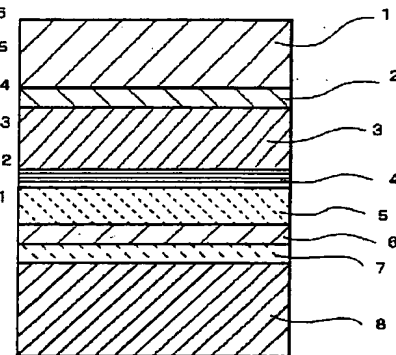
【図1】



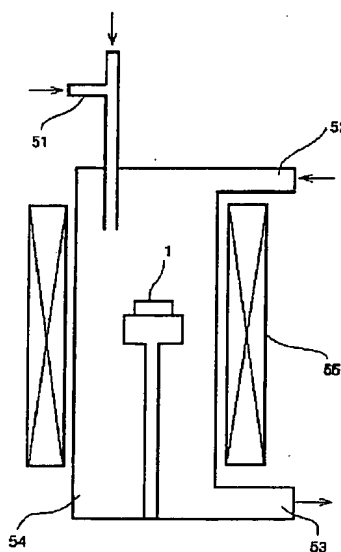
【図2】



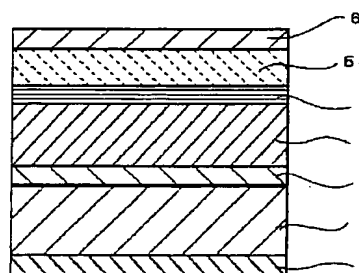
【図3】



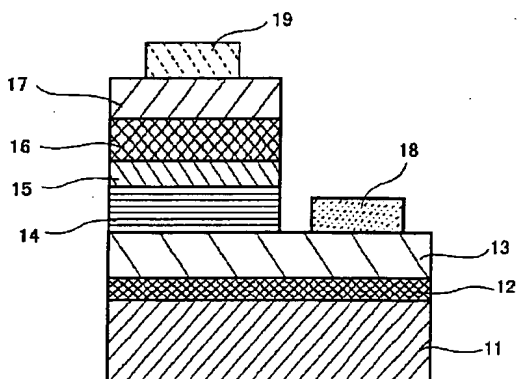
【図4】



【図5】



【図6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**